

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова науково-методичної
ради НУВГП
e-підпис Олег ЛАГОДНЮК

29.12.2021

01-06-011S

СИЛАБУС

навчальної дисципліни

SYLLABUS

Математичні методи та оптимізація тепломасообміну	Mathematical methods and optimization of heat and mass transfer
Шифр за ОП	ВК7.1 Code in Educational Program
Освітній рівень: бакалаврський (перший)	Educational level: Bachelor's (first)
Галузь знань: Електрична інженерія	Fields of knowledge: Electrical engineering
Спеціальність: Теплоенергетика	Field of study: Heat Power Engineering
Спеціалізація:	Specialization:
Освітня програма: Теплоенергетика	Educational Program: Heat Power Engineering

Силабус навчальної дисципліни «*Математичні методи та оптимізація тепло-масообміну*» для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Теплоенергетика», спеціальності 144 «Теплоенергетика». – Рівне: НУВГП, 2021. - 11 с.

ОПП на сайті університету: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/21000>

Розробник силабусу: *Тимейчук Орест Юрійович, к.т.н., доцент, доцент кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин (ГЕ, ТЕ та ГМ)*

Силабус схвалений на засіданні кафедри *ГЕ, ТЕ та ГМ*
Протокол № 3 від “18” листопада 2021 року

Завідувач кафедри ГЕ, ТЕ та ГМ:

_____ *Рябенко Олександр Антонович, д.т.н., професор*

Керівник освітньої програми

_____ *Костюк Олександр Павлович, к.т.н.*

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІВГП
Протокол № 5 від “21” грудня 2021 року

Голова науково-методичної ради з якості ННІВГП:

_____ *Хланук Микола Миколайович, д.т.н., професор*


№ документа в ЕДО СЗ №7296

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ*

Ступінь вищої освіти	<i>Бакалавр</i>
Освітня програма	<i>Теплоенергетика</i>
Спеціальність	<i>144 Теплоенергетика</i>
Рік навчання, семестр	<i>3 рік навчання, 5 семестр</i>
Кількість кредитів	<i>4,0</i>
Лекції:	<i>14 годин</i>
Лабораторні заняття:	<i>30 годин</i>
Самостійна робота:	<i>76 години</i>
Курсова робота:	<i>Ні</i>
Форма навчання	<i>Денна та заочна</i>
Форма підсумкового контролю	<i>Залік</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Кафедра, де реалізується навчальна дисципліна	<i>Кафедра гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин, Адреса: м. Рівне, вул. О. Новака (Приходька), 79, навчальний корпус №4, каб.433 https://nuwm.edu.ua/nni-vgp/kaf-gtgm</i>

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА*

ПРОФАЙЛ ЛЕКТОРА

<p>Лектор</p> 	<p><i>Тимейчук Орест Юрійович</i>, к.т.н., доцент, доцент кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин</p>
Вікіситет	https://cutt.ly/EgS28tZ
ORCID	https://orcid.org/0000-0003-3451-837X
Як комунікувати	o.y.tymeichuk@nuwm.edu.ua Актуальні оголошення на сторінці дисципліни в системі MOODLE https://cutt.ly/pgJjlkR

ПРО НАВЧАЛЬНУ ДИСЦИПЛІНУ

Анотація навчальної дисципліни, в т.ч. мета та цілі	<p>Як показує інженерна практика, спеціалістам, які працюють у галузі теплоенергетики, необхідні знання з математичного моделювання процесів тепломасопереносу з використанням математичних методів та персональних комп'ютерів. Тому вивчення дисципліни „Математичні методи та оптимізація тепломасообміну” є важливою ланкою у системі підготовки спеціалістів у галузі теплоенергетики.</p> <p>Навчальна дисципліна „Математичні методи та</p>
---	--

	<p>оптимізація тепломасообміну” є складовою частиною циклу освітніх компонент вільного вибору для студентів спеціальності „Теплоенергетика” і її вивчення передбачає наявність ґрунтовних знань із раніше вивчених дисциплін: „Вища математика”, „Основи цифрових технологій”, „Інформаційні технології та програмування”, „Математичні методи і моделі в інженерних розрахунках” та „Тепломасообмін”.</p> <p>Отримані знання використовуються при курсовому і дипломному проектуванні та в практичній роботі. Цей курс є актуальним при підготовці фахівців у галузі енергетики (Класифікатор професій ДК 003:2010 – техник-енергетик, код КП 3133, код ЗКППТР 25045).</p> <p>Метою вивчення навчальної дисципліни „Математичні методи та оптимізація тепломасообміну” є оволодіння студентами практичного застосування основних методів дослідження процесів тепломасообміну</p> <p>Основною ціллю навчальної дисципліни „Математичні методи та оптимізація тепломасообміну” є набуття практичних навичок при побудові математичні моделей задач тепломасообміну і розв’язуванні їх чисельними методами з використанням ЕОМ.</p>
	<p>Методи навчання. Для викладання лекційного курсу розроблений конспект лекцій та використовується інтерактивна дошка. Лабораторні заняття проводяться в комп’ютерному класі з використанням сучасного програмного забезпечення. Для виконання лабораторних робіт розроблено роздатковий матеріал у вигляді індивідуальних завдань.</p> <p>Ключові слова: математичні методи, математичні моделі, оптимізація, тепломасообмін.</p>
<p>Посилання на розміщення навчальної дисципліни на навчальній платформі Moodle</p>	<p>https://cutt.ly/pgJjlkR</p>
<p>Компетентності</p>	<p>ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ФК1. Здатність застосовувати відповідні методи математики, природничих та технічних наук і комп’ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.</p> <p>ФК4. Здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі.</p>

	<p>ФК7. Здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики.</p> <p>ФК15. Здатність розробляти оптимальні режими роботи теплообмінного обладнання, оцінювати ефективність та загальну економічність використання різних видів вторинних енергетичних ресурсів та альтернативних джерел енергії.</p>
Програмні результати навчання	<p>РН1. Знати і розуміти математику, фізику, хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.</p> <p>РН3. Розуміння міждисциплінарного контексту спеціальності «Теплоенергетика».</p> <p>РН5. Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.</p>
Перелік соціальних, «м'яких» навичок (soft skills)	<p>ЗК1. Здатність реалізовувати свої права та обов'язки, як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.</p> <p>ЗК2. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.</p>
Структура навчальної дисципліни	<p>Змістовий модуль 1. Постановка та чисельне розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР)</p> <p>Тема 1. Основні типи рівнянь інженерної практики та методи їх розв'язування</p> <p>Рівняння інженерної практики: числові та функціональні, диференціальні та інтегральні. Методи розв'язування диференціальних рівнянь (лекції – 1/0 год., лабораторні заняття – 0/0 год., самостійна робота – 9/10 год.).</p> <p>Тема 2. Чисельне розв'язування задачі Коші для ЗДР I-го порядку</p> <p>Крайові умови (граничні та початкові умови). Задача Коші та числові методи її розв'язування (метод Ейлера, модифікований метод Ейлера, метод Рунге-Кутта) (лекції – 2/1 год., л/з – 6/1 год., с/р – 2/8 год.).</p>

Тема 3. Чисельне розв'язування задачі Коші для ЗДР 2-го порядку

Звичайні диференціальні рівняння n -го порядку (лекції – 2/0 год., л/з – 4/1 год., с/р – 5/9 год.).

Змістовий модуль 2. Постановка та чисельне розв'язування крайових задач

Тема 4. Чисельне розв'язування задачі Діріхле для диференціальних рівнянь Лапласа і Пуассона

Рівняння математичної фізики (рівняння еліптичного, параболічного та гіперболічного типів). Рівняння еліптичного типу (Лапласа і Пуассона) (лекції – 2/1 год., л/з – 4/2 год., с/р – 9/12 год.).

Тема 5. Чисельне розв'язування змішаної крайової задачі для рівняння теплопровідності

Рівняння параболічного типу. Перша крайова задача для рівняння теплопровідності. Явна та неявна різницева схеми (лекції – 1/0 год., л/з – 4/2 год., с/р – 9/12 год.).

Тема 6. Чисельне розв'язування крайової задачі для звичайного диференціального рівняння 2-го порядку методом прогонки

Крайова задача, алгоритм метода прогонки (лекції – 2/0 год., л/з – 4/2 год., с/р – 9/13 год.).

Тема 7. Закономірності переносу теплової енергії та постановка задачі теплопровідності ребер

Рівняння Ньютона – Ріхмана, розвинута поверхня, ефективність ребра (лекції – 1/0 год., л/з – 0/0 год., с/р – 14/15 год.).

Тема 8. Постановка задачі теплопровідності для поздовжніх ребер при постійному коефіцієнті тепловіддачі на поверхні ребра та теплоізоляції його торця

Функція профілю ребра, рівняння теплопровідності, граничні умови (лекції – 2/0 год., л/з – 0/0 год., с/р – 13/15 год.).

Тема 9. Чисельне розв'язування задачі теплопровідності для поздовжніх ребер при постійному коефіцієнті тепловіддачі на поверхні ребра та теплоізоляції його торця

Граничні умови першого та другого роду. Метод прогонки (лекції – 2/0 год., л/з – 8/4 год., с/р – 5/11 год.).

Примітка. В чисельнику зазначені години для денної форми навчання, а в знаменнику – для заочної.

Лабораторні заняття

№ з/п	Теми лабораторних занять	К-сть годин	
		денна форма	заочна форма
1	Чисельне розв'язування задачі Коші ЗДР 1-го порядку	6	1
2	Чисельне розв'язування задачі Коші для ЗДР 2-го порядку	4	1
3	Чисельне розв'язування задачі Діріхле для диференціального рівняння Лапласа	4	2
4	Чисельне розв'язування змішаної крайової задачі для рівняння теплопровідності	4	2
5	Чисельне розв'язування крайової задачі для ЗДР II-го порядку методом прогонки	4	2
6	Чисельне розв'язування задачі теплопровідності для поздовжніх ребер	8	4
Усього		30	12

Методи оцінювання та структура оцінки

Методи оцінювання знань базуються на проведенні контролю роботи студентів та оцінюванні ступеня засвоєння пройденого матеріалу.

Поточний контроль знань студентів здійснюється так:

- усне опитування студентів під час лекцій та лабораторних занять;
- перевірка та захист виконаних лабораторних робіт та індивідуальних завдань.

Шкала оцінювання лабораторних робіт

№ з/п	Теми лабораторних робіт	Бали
1	Чисельне розв'язування задачі Коші ЗДР 1-го порядку	10
2	Чисельне розв'язування задачі Коші для ЗДР 2-го порядку	10
3	Чисельне розв'язування задачі Діріхле для диференціального рівняння Лапласа	10
4	Чисельне розв'язування змішаної крайової задачі для рівняння теплопровідності	10
5	Чисельне розв'язування крайової задачі для ЗДР II-го порядку методом прогонки	10
6	Чисельне розв'язування задачі теплопровідності для поздовжніх ребер	10
Усього		60

Ступінь засвоєння студентами пройденого матеріалу оцінюється шляхом тестування з використанням технічних засобів. Контроль знань студентів за змістовими модулями 1 і 2 дисципліни „Математичні методи та оптимізація тепломасообміну” проводиться у Центрі незалежного оцінювання знань шляхом тестування. Знання за кожним змістовим модулем оцінюються у 20 б.

Таким чином, максимальна оцінка знань з дисципліни „Математичні методи та оптимізація тепломасообміну” становить 100 б. (лабораторні та індивідуальні завдання – 60 б., модуль 1 – 20 б., модуль 2 – 20 б.).

Таблиця формування тестового завдання поточного контролю знань (модулі 1 і 2)

Рівень складності	Загальна кількість завдань у базі	Кількість завдань в білеті	Оцінка завдань (бали)	
			За одне	Загальна
1	105	30	0,4	0-12
2	30	2	2	0-4
3	15	1	4	0-4
Усього	150	33	—	0-20

Запитання 1-го та 3-го рівнів допускають лише одну правильну відповідь, 2-го рівня – дві правильні відповіді.

Лінки на нормативні документи, що регламентують проведення поточного та підсумкового контролів знань і надають студентам можливість подавати апеляції:

- Положення про навчально-науковий центр незалежного оцінювання Національного університету водного господарства та природокористування;
- Положення про семестровий поточний та підсумковий контроль навчальних досягнень здобувачів вищої освіти;
- Система оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти (семестровий поточний контроль) зі змінами та доповненнями.

<https://cutt.ly/TgJjR0c>

Місце навчальної дисципліни в освітній траєкторії здобувача вищої освіти

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна „Математичні методи та оптимізація тепломасообміну” є складовою частиною вибіркового компонента освітньої програми для підготовки студентів за спеціальністю „Теплоенергетика”. Вивчення курсу передбачає наявність системних та ґрунтовних знань із раніше вивчених дисциплін: „Вища математика”, „Основи цифрових технологій”, „Математичні методи і моделі в інженерних розрахунках ” і „Тепломасообмін”.

Матеріал курсу „Математичні методи та оптимізація тепломасообміну” необхідний для виконання курсових

	проектів і кваліфікаційних робіт.
Поєднання навчання та досліджень	Результати досліджень студентів за науковими індивідуальними темами висвітлюються в рефератах, курсових проектах і магістерських роботах, доповідях на науково-технічних конференціях, наукових публікаціях у «Студентському віснику» НУВГП (ISSN 2313-0431), а також обговорюються під час лабораторних занять. Результати наукових досліджень викладачів висвітлюються в наукових звітах, статтях, дисертаціях, впроваджуються у навчальний процес (що фіксується у робочих програмах та силабусах) і використовуються при проведенні лекційних та лабораторних занять.
Інформаційні ресурси	<p>РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА</p> <p>Основна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Беляев Н. М. Основы теплопередачи.-К.: Вища школа, 1989. – 344 с. 2. Моделювання теплових режимів ребер при різних умовах теплообміну: Навч. посіб./В. В. Босий, В. І. Мариненко.-К.:МО України, 1996.- 116 с. 3. Науково-технічні обчислення засобами MathCAD та MS Excel: навч. посіб. / А. М. Кундрат, М. М. Кундрат. – Рівне : НУВГП, 2014. – 252 с. http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/1760 4. Никитенко Н. И. Теория тепло-массопереноса.- К.:Наукова думка,1983.-352с. 5. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики.- М.: Наука, 1977.– 735 с. <p>Допоміжна</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Тимейчук О. Ю. Математичні моделі та оптимізація тепломасообміну: навч. посіб./ Рівне: НУВГП, 2010.-58 с. Режим доступу: http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/4664 <p>Інформаційні ресурси</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Стандарт вищої освіти першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 14 “Електрична інженерія” спеціальності 144 “Теплоенергетика”. – Київ, 2020. – 17 с. https://cutt.ly/pjGiAsB 2. Наукова бібліотека НУВГП (33000 м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / (Електронний ресурс). – Режим доступу: lib.nuwm.edu.ua
ПРАВИЛА ТА ВИМОГИ (ПОЛІТИКА)*	
Дедлайни та пере-складання	<p>Перездача тестових завдань перевірки засвоєння теоретичного матеріалу здійснюється згідно з правилами ННЦНО https://cutt.ly/AgJkiXQ</p> <p>Студенти повинні виконати ряд індивідуальних завдань для оцінювання. Одним із важливих елементів оцінки є своєчасне подання виконаного завдання. У реальному</p>

	<p>світі оцінки, які подаються навіть через кілька секунд після закінчення терміну, не приймаються. Відповідно до духу надання максимально реалістичного досвіду, та ж політика дотримується в аудиторії - пізно виконані завдання не приймаються.</p> <p>Викладач може продовжити терміни виконання завдань, якщо у студента є пом'якшуючі обставини. Студенти можуть звернутися до свого викладача в разі виникнення особистих чи надзвичайних ситуацій.</p>
<p>Правила академічної доброчесності</p>	<p>Всі студенти, співробітники та викладачі НУВГП мають бути чесними у своїх стосунках, що поширюється на поведінку та дії, пов'язані з навчальною роботою. Студентоцентризм має вирішальне значення для розуміння серйозності ставлення до академічної недоброчесності та неправомірної поведінки. Студенти повинні самостійно виконувати та подавати на оцінювання лише результати власних зусиль та оригінальної праці. У той час як студентам рекомендується працювати один з одним та обмінюватися ідеями, то обмін текстом, кодом або чимось подібним для виконання окремих завдань є недопустимим. Студенти, які порушують Кодекс честі університету, не отримають бали за ці завдання, а в разі грубих порушень, курс не буде їм зараховано і студенти будуть направлені на повторне вивчення.</p> <p>При здачі індивідуальних навчально-дослідницьких робіт може проводитись перевірка на плагіат.</p> <p>В цілому студенти та викладачі повинні дотримуватись:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Положення про запобігання плагіату випускних кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти зі змінами та доповненнями • Кодекс честі студентів • Кодекс честі наукових, науково-педагогічних і педагогічних працівників НУВГП • Положення про виявлення та запобігання академічного плагіату в НУВГП <p>https://cutt.ly/5gJkhEi</p>
<p>Вимоги до відвідування</p>	<p>У випадку пропуску заняття (лікарняні, мобільність тощо) відпрацювати його можна при проведенні занять з іншою групою за тою ж темою або під час консультацій. Студент отримує індивідуальне завдання і виконує його у вільний від занять час в ауд.436 (комп'ютерний клас кафедри ГЕ, ТЕ та ГМ).</p> <p>При карантині лекції проводяться за допомогою Google Meet за корпоративними профілями (використовуються мобільні телефони та ПК, а також мультимедійні засоби).</p>

Неформальна та інформальна освіта	Неформальна та інформальна освіта надається у відповідності з Положенням про неформальну та інформальну освіту НУВГП, затвердженому Вченою радою НУВГП (Протокол №4 від 24 квітня 2020 р.). https://cutt.ly/bgJkcPq
ДОДАТКОВО	
Правила отримання зворотної інформації про дисципліну*	Після проведення перших занять студентам буде запропоновано відповісти на ряд питань щодо врахування в поточному курсі їх побажань. Після завершення курсу, для покращення якості викладання освітнього компоненту і отримання зворотного зв'язку від студентів, їм буде запропоновано заповнити Google форму.
Оновлення*	Силабус може переглядатися та оновлюватися кожного навчального року. При цьому враховуються пропозиції стейкхолдерів, а також побажання студентів, висловлені під час занять та в процесі опитування).
Навчання осіб з інвалідністю	Організація навчання людей з інвалідністю проводиться за дотриманням вимог нормативних документів, розроблених в НУВГП: https://cutt.ly/kgJkTmK При цьому враховуються прохання здобувачів вищої освіти з особливими потребами в організації навчання.

Лектор

*Тимейчук Орест Юрійович,
к.т.н., доцент*